

研究拠点形成事業
平成24年度 実施報告書
 A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	東京大学生産技術研究所
(フランス) 拠点機関：	フランス国立科学研究センター
(スイス) 拠点機関：	スイス連邦工科大学ローザンヌ校
(ドイツ) 拠点機関：	フライブルグ大学
(フィンランド) 拠点機関：	VTT技術研究所

2. 研究交流課題名

(和文)： バイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス国際研究拠点
 (交流分野： ナノ・マイクロ科学)

(英文)： International Research Hub on Bio-fusion Micro-nano Mechatronics
 (交流分野： Micro-nano Science)

研究交流課題に係るホームページ：<http://www.cirmm.iis.u-tokyo.ac.jp/>

3. 採用期間

平成24年4月1日 ～ 平成29年3月31日
(1年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関： 東京大学生産技術研究所

実施組織代表者(所属部局・職・氏名)： 生産技術研究所・所長・中埜良昭

コーディネーター(所属部局・職・氏名)： 生産技術研究所・教授・藤井輝夫

協力機関：

事務組織： 東京大学生産技術研究所

相手国側実施組織 (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国名：フランス共和国

拠点機関：(英文) Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

(和文) フランス国立科学研究センター

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems, Director, Dominique COLLARD

協力機関：（英文） Institut d'Electronique Fundamentale

（和文） 電気基礎研究所

経費負担区分（A型）：パターン1

（2）国名：スイス連邦

拠点機関：（英文） Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL)

（和文） スイス連邦工科大学ローザンヌ校

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Microsystems Laboratory, Professor, Juergen BRUGGER

協力機関：（英文） Institute of Microengineering, EPFL

（和文） マイクロ工学研究所

経費負担区分（A型）：パターン1

（3）国名：ドイツ連邦共和国

拠点機関：（英文） University of Freiburg

（和文） フライブルグ大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Institute for Micro System Technique (IMTEK), Professor, Oliver PAUL

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン1

（3）国名：フィンランド共和国

拠点機関：（英文） VTT Technical Research Center of Finland

（和文） V T T 技術研究所

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文） Microelectronics and Nanotechnology Center (MICRONOVA), Senior Scientist, Tommi SUNI

協力機関：（英文）

（和文）

経費負担区分（A型）：パターン1

5. 全期間を通じた研究交流目標

本研究は、我が国の次世代エレクトロニクスへの高付加価値が期待されているバイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス（英訳：Bio MEMS/NEMS, Bio Micro/Nano Electro Mechanical Systems Technology）の要素技術として、（１）細胞融合用のマイクロ流体システム、（２）細胞や組織の状態をリアルタイムで把握するため計測用マイクロエレクトロニクス集積回路、（３）大面積に渡って細胞処理・化学反応処理するシステム、および、（４）それらを構築するためのロール・ツー・ロール印刷技術とソフト・ナノリソグラフィ技術の研究開発を、EU圏内の研究拠点であるフランス国立科学研究センター（CNRS）、スイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）、ドイツ・フライブルグ大学マイクロ工学研究所（IMTEK）、および、フィンランドVTT技術研究所との国際共同研究として実施し、各研究項目において世界最先端の研究成果を実現するとともに、研究ネットワーク全体の取り組みとして、研究者交流による共同研究を実施し、（１）～（４）の技術を統合した細胞走査・融合のためのバイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス技術を構築する。

6. 平成24年度研究交流目標

本事業に参加する各国研究機関との間には、バイオエンジニアリングを含む次世代マイクロ・ナノエレクトロニクス分野において重要とされる要素技術の研究開発を、各研究機関が分担して共同研究する旨の合意が得られている。特にこの分野では、細胞融合の効率的な処理のためのマイクロシステム技術の開発が期待されていることから、それらの要素技術として、（１）細胞融合用のマイクロ流体システム、（２）細胞や組織の状態をリアルタイムで把握するため計測用マイクロエレクトロニクス集積回路、（３）大面積に渡って細胞処理・化学反応処理するシステム、および、（４）それらを構築するためのロール・ツー・ロール印刷技術とソフト・ナノリソグラフィ技術の研究開発を実施する。これらの研究は、東京大学生産技術研究所が研究の拠点となり、各国研究機関からの教員・ポスドク・博士課程大学院生の受け入れと、各国研究機関への日本人若手研究者の派遣による国際共同研究として実施する。また、これらの成果をワークショップ（本事業のセミナー）において報告することで、国際研究ネットワーク内の共同研究を活性化し、若手研究者向けに新たな研究テーマとして発信する。さらに、マイクロ・ナノ分野の国内外の若手研究者を対象に、当該分野の包括的な基礎知識と最先端の応用技術を提供する場として、1週間程度の国際スクールを開催する。これらの活動を通して、バイオ融合マイクロ・ナノメカトロニクス分野において国際的にビジビリティの高い研究の遂行と、同じく、国際的に活躍できる若手研究者の育成に貢献する。

なお、本事業は、東大生産研が共同研究先のフランス国立科学研究センター、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、ドイツ・フライブルグ大学、および、フィンランドVTT技術研究所との連名でヨーロッパ連合第7次研究枠組み（European Union - 7th Framework Programme）の INCO-Lab プログラムに申請し、2011年12月から活動を開始した

Europe-Japan Opening of Laboratory for Integrated Micromechatronic Systems (EUJO-LIMMS)プロジェクトの日本側マッチングファンド事業として実施している。活動1年目の2012年度(平成24年度)には、EU各国研究機関とのプロジェクト・キックオフ(活動開始宣言)の後に、実質的活動第1陣のEU研究者受入、および、日本側若手研究者のEU派遣による研究活動の速やかな始動とともに、EU・日本両サイドの支援による本事業のビジビリティを高めるために広報活動を兼ねたセミナーを実施するものとした。

7. 平成24年度研究交流成果

(交流を通じての相手国からの貢献及び相手国への貢献を含めてください。)

7-1 研究協力体制の構築状況

本事業の運営主体となる生産技術研究所と海外パートナー機関の間には過去10年以上にわたる共同研究の実績があり、なかでもフランス国立科学研究センターとの間には1995年に発足した国際共同運営ラボLIMMS(Laboratory for Integrated Micro Mechatronic Systems)がある。今回のEU-FP7の枠組みでは、このLIMMSを日本におけるEU研究者の活動拠点として開放(“Open”)することを目的としてEurope-Japan Opening of LIMMS(略称EUJO-LIMMS)なる国際共同研究プロジェクトを開始し、フランス以外のスイス連邦工科大学ローザンヌ校、ドイツ・フライブルグ大学、フィンランド・VTT技術研究所から研究者を受け入れて、共同研究を開始した。

LIMMSではこれまでに100名を超えるフランス人研究者の受入を行ってきたこともあり、来日のための入国管理手続きなどに精通している。ただし、過去のLIMMSの受入研究者はフランス国立科学研究センターの常勤職員や博士研究員、日本学術振興会の外国人特別研究員等、CNRS支援大学院生(BDIプログラム大学院生)などに限られていたため、他の各国でそれぞれ独自の身分を有する研究者受入に当たっては、東京大学がこれまでに各国研究機関と取り交わした研究合意書などを鑑みて、東大における研究者受入のための事務制度を整備した。

7-2 学術面の成果

本事業第1年目の平成24年度には、年度当初に作成した実施計画書の予定通りに3件の共同開催セミナーを実施した。S-1の第10回NAMISワークショップ(5月28日～30日、東北大学共催、宮城県刈田温泉)では研究者リスト外7名を含む35名を参集し、マイクロ・ナノ技術の安心・安全・Better Life応用をテーマとして、とくに東日本大震災以降に国境を超えて横断的に取り組むべき課題に関して、MEMS技術を活用したセンサネットワークや、被爆検査のための計測システム等に関して議論を深めた。次に、S-2の第6回NAMIS国際スクール(9月10日～14日、東大生産研)では、研究者リスト外27名を含めた国内外の若手研究者総勢94名を参集し、MEMSとNEMSの基礎と応用に関してセミナーと体験学習を実施した。この企画では特に、各国の若手研究者を国

籍に依らず混成したプロジェクト形式の班を形成し、共同実験を通して若手研究者の国際的なコミュニケーション能力に富むリーダーシップ能力の育成を図る一助とした。S-3のEUJO-LIMMS InfoDay and General Assembly（12月12日～13日、スイス連邦工科大学ローザンヌ校）ではリスト外67名を含む総勢92名を参集し、本事業のマッチングファンドであるEU-FP7のプロジェクトに関する欧州研究者向けの活動紹介と、共同研究プロジェクトの説明、勧誘などを実施した。

また、相手先機関との共同研究実績として、事業担当教員・事務職員枠ではのべ17人（のべ59人日数）、若手研究者（大学院生、ポスドク、特任助教）枠ではのべ8人（のべ78人日数）を派遣し、共同研究のための打合せ、および、実際に各国研究機関の施設を利用した共同研究を実施した。

フランス国立科学研究センターとの共同研究R-1においては、東大生産研がこれまでに技術開発したMEMS型のマイクロピンセットを用いて、液的中からDNA束を選択的に取り出し、生体高分子としての粘弾性計測や、その他電気的特性が実施可能なマイクロ・名のツールとしての応用可能であることを実証した。この技術は、本事業が研究交流目標として掲げる（1）細胞融合用のマイクロ流体システム、（2）細胞や組織の状態をリアルタイムで把握するため計測用マイクロエレクトロニクス集積回路、のための基盤技術として位置づけられる。

スイス連邦工科大学ローザンヌ校との共同研究R-2においては、東大世間がこれまでに開発した3次元曲面への微細パターン形成技術やインクジェット印刷技術等を、印刷エレクトロニクス技術分野に展開する研究を実施した。特に、非シリコン系の材料をマイクロ加工し、ナノワイヤを分散したソフト材料を用いたバイオ計測用の表面電荷センサを形成し、これを柔軟に伸縮可能な人工皮膚型のセンサに応用する手法を検討した。また、それに必要な伸縮可能な電気配線、集積回路の製作に必要な基本的な製作技術を開発した。この技術は、本事業が研究交流目標として掲げる（3）大面積に渡って細胞処理・化学反応処理するシステム、および、（4）それらを構築するためのロール・ツー・ロール印刷技術とソフト・ナノリソグラフィ技術の研究開発の活動として位置づけられる。

ドイツ・フライブルグ大学との共同研究R-3においては、フレキシブル・プリント基板上に、金属系のマイクロマシニング加工を施して空間分解が高いプローブアレイを配置し、生体試料に接触させて電位を計測する新たな神経プローブアレイの構成法を検討した。この技術はR-2の研究活動と密接に関連しており、本事業が研究交流目標として掲げる（3）大面積に渡って細胞処理・化学反応処理するシステムのための研究活動として位置づけられる。

フィンランド・VTT技術研究所との共同研究R-4においては、マイクロ流体チャネルとマイクロチャンバを融合し、入力した薬剤に対する反応を系統立てて観察可能するための研究を開始した。この技術は、本事業が研究交流目標として掲げる（3）大面積に渡って細胞処理・化学反応処理するシステムの研究開発の活動として位置づけられる。またこれ以外にも、目標（4）ロール・ツー・ロール印刷技術とソフト・ナノリソグラフィ技術として、フィンランドVTT研究所が有するロール・ツー・ロール印刷技術を東大にも導入

し、従来の小面積フォトリソグラフィでは対応できない数十cm幅の基板に対してマイクロパタニングを行う方法を共同開発した。特に、この技術は大面積MEMSのテラヘルツ光応用フィルタの基盤技術として、次年度以降にも活用する予定である。

7-3 若手研究者育成

本研究拠点形成事業の運営主体である東京大学生産技術研究所は過去数年にわたり、回会パートナー機関との共同運営による若手研究者向けの国際スクールを毎年開催することにより、博士課程大学院生・ポストドクレベルの若手研究者の国際的研究活動能力の育成を図っている。

平成24年度には、9月10日から9月14日の日程で、東大生産研において「第6回NAMIS国際スクール」を開催し、5日間かけてMEMS/NEMSの基礎と応用をセミナーと体験実習形式で講義した。とくに体験学習では、各国の若手研究者を国籍によらず混成したプロジェクト形式の班を形成し、バイオ実習やAFM測定実習などを行った。これにより、初対面の相手であっても共通言語（英語）で意思疎通を図り、共同作業のための実施計画の作成と実験作業の遂行、結果の解析・考察に関するディスカッション、結果の取りまとめ作業を介して、国際共同プロジェクトを疑似体験させた。これにより、将来、若手研究者に期待される国際的な研究リーダーシップ能力と協調性を育成する一助とするものである。また、次世代のMEMS/NEMS研究を担う国内外の若手研究者の知識・知見を深めるとともに、当該分野における我が国の研究者が国際的に指導力を発揮し、プレゼンスを高めるための次世代研究者ネットワークを形成せしめた。

7-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

本事業は、EU-FP7プロジェクトのマッチングファンド事業として運営している。このプロジェクトでは、EU研究者が日本の大学（おもに東大）を研究の活動拠点として活用できるように、研究者受入のための事務的プロトコルを整備するという課題（ワークパッケージ）が企画されている。

東大では、学会の研究者が学内施設・装置を利用して研究活動を行うにあたり、学内の規定や我が国の法律を遵守する旨をしたためた東大規定による誓約書に署名することを求めている。この誓約書の内容を各国研究機関の法務部と確認し、調整する作業に半年以上を要したが、初年度内に合意を取り付けることができた。この誓約書を含めて、本事業で作成した一連の研究者受入のための書類は、今後、東大を研究ハブとしてEU各国研究機関の研究者が活動する際の標準的なプロトコルにすべく整備中であり、2013年にはEU-FP7プロジェクト開始第18ヶ月後のワークパッケージ成果として提出予定である。また、当該書類は、我が国の他の大学・研究機関においても、研究者受入の作業マニュアルとして役立つものと思われる。

7-5 今後の課題・問題点

研究遂行上の問題点は特にない。

一方、学内外の研究業界を取り巻く課題として、近年の景気縮小により博士課程修了・ポスドク任期後のポスト（就職先）探しが難航するケースもある。本研究グループでは、海外の研究機関のポストにも目を向けるべく日本人若手研究者を指導し、実際これまでにフランス国立科学研究センターの雇用による常勤研究員や博士研究員として人材を送り出している。また逆に、外国からの研究者を特任研究員・ポスドクとして積極的に採用するなど、東大内でも人材の国際化が極めて進んでいる。これらは、本事業の運営母体である生産技術研究所のマイクロナノメカトロニクス系の教員が1995年以降継続して運営している国際共同運営ラボLIMMSや、2005年から活動しているNAMISの国際的な研究者ネットワークの成果であり、長期ビジョンに基づいたMEMS分野の活動計画が基本になっている。本事業をはじめとして、若手研究者ITPなど、本研究グループの活動を継続的に支援していただいている日本学術振興会に深く感謝している。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成24年度論文総数 0本

相手国参加研究者との共著 0本

(※ 「本事業名が明記されているもの」を計上・記入してください。)

(※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入してください。)

8. 平成24年度研究交流実績状況

8-1 共同研究

—研究課題ごとに作成してください。—

整理番号	R-1	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) バイオ応用マイクロ・ナノツール (英文) Micro-Nano Tools for Bio Applications				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 藤田博之・東京大学生産技術研究所・教授 (英文) Hiroyuki FUJITA, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro mechatronic Systems, CNRS, Director				
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流				
	派遣先	日本	フランス		計
	派遣元	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本 <人/人日>		5/23		5/23
	実施計画		14/83 (4/30)		14/83 (4/30)
	フランス <人/人日>	(10/3650)			(10/3650)
	実施計画	(18/1132)			(18/1132)
	<人/人日>				
	実施計画				
	実績				
	合計 <人/人日>	(10/3650)	5/23		5/23 (10/3650)
	実績	(18/1132)	14/83 (4/30)		14/83 (22/1162)
	② 国内での交流	0/0	人/人日		
日本側参加者数	47名 (13-1 日本側参加研究者リストを参照)				
(フランス) 側参加者数	35名 (13-2 相手国(フランス)側参加研究者リストを参照)				
() 側参加者数	名 (13-3 相手国()側参加研究者リストを参照)				

<p>24年度の研究 交流活動</p>	<p>共同研究R-1では、おもにフランス国立科学研究センター（CNRS）のバイオ技術と、東京大学生産技術研究所のマイクロ・ナノ加工技術を融合して、バイオ計測・細胞操作を行うマイクロ・ナノツールを共同で研究開発した。</p> <p>東京大学生産技術研究所ではこれまでに、半導体マイクロマシニング技術によってシリコン基板上に微小な機械構造を集積化する一連の技術を構築している。なかでも、印加電圧の静電駆動力によって機械的に駆動するマイクロアクチュエータを応用して、先端が数十ナノメートル寸法で尖ったピンセットの間隔を調整し、液中からDNA等の生体分子を選択的に取り出すことに成功している。また、シリコン基板やガラス基板上に線幅10ミクロン程度のマイクロ流体チャネルを形成し、そこに生体由来の微小管を固定して、キネシン酵素で修飾したマイクロ物体を搬送することにも成功している。平成24年度の共同研究R-1では、これらの技術をCNRSとともにさらに発展させて、バイオ計測・操作に利用可能なマイクロ・ナノツールの開発を実施した。</p> <p>なお、この共同研究R-1は、東京大学生産技術研究所が従来から実施運営してきたフランスとの国際共同研究組織LIMMSの一環である。</p>
<p>24年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>上記のマイクロピンセットを用いて液中からDNA分子を取り出し、生体高分子としての粘弾性計測や、電気的特性の測定が実施可能なマイクロ・ナノツールを新たに開発した。また、この成果により、様々なバイオ化学計測のツールとして共同研究先の研究者に提供した。また、マイクロ流路内に微小管を誘導して配置・固定し、細胞内の物質輸送を模した分子ソーター（搬送装置）の設計と試作を実施した。</p>

整理番号	R-2	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度	
研究課題名	(和文) ソフト材料マイクロ加工によるフレキシブルMEMS					
	(英文) Flexible MEMS based on Soft-matter Microfabrication					
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 金範俊・東京大学生産技術研究所・准教授					
	(英文) Beomjoon KIM, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Associate Professor					
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro mechatronic Systems, CNRS, Director Joergen BRUGGER, Microsystem Laboratory, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland, Professor					
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流					
	派遣先		日本	フランス	スイス	計
	派遣元		<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本 <人/人日>	実施計画		0/0	3/34	3/34
		実績		0/0	6/47	6/47
	フランス <人/人日>	実施計画	(2/730)		0/0	(2/730)
		実績			(2/6)	(2/6)
	スイス <人/人日>	実施計画	(2/120)	0/0		(2/120)
		実績	(2/151)	0/0		(2/151)
	合計 <人/人日>	実施計画	(4/850)	0/0	3/34	3/34
		実績	(2/151)	0/0	6/47	6/47
② 国内での交流		0/0	人/人日			
日本側参加者数						
19名	(13-1 日本側参加研究者リストを参照)					
(フランス) 側参加者数						
2名	(13-2 相手国(フランス)側参加研究者リストを参照)					
(スイス) 側参加者数						
7名	(13-3 相手国(スイス)側参加研究者リストを参照)					

<p>24年度の研究 交流活動</p>	<p>共同研究R-2では、おもにスイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）とソフト材料加工技術と東京大学の3次元加工技術、フレキシブル・エレクトロニクス技術を融合して、3次元形状や大面積にわたって柔軟に伸縮する新たなMEMSデバイスの設計・製作に関する研究を実施した。従来の半導体微細加工技術では平らなウエハ表面にプレーナー技術で薄膜を積層パタニングする手法が主流であったが、カーボンナノワイヤやプラスチック材料、有機エレクトロニクスのような柔軟な材料を3次元曲面に加工形成する需要が高まっている。そこで平成24年度の共同研究R-2では、EPFLが開発した種々のソフト材料を、東京大学が開発した3次元リソグラフィや印刷技術を用いて加工し、非シリコン系のフレキシブルMEMS加工の基礎研究を実施するとともに、バイオセンシングや人工皮膚エレクトロニクスなどの先端的応用を検討した。</p> <p>なお、この研究はCNRSが中心となって獲得したEU-FP7プロジェクトEUJO-LIMMSの一環として、スイスからの研究者をLIMMSに受け入れて実施することから、日本、フランス、スイスの共同研究として位置づけられる。</p>
<p>24年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>東京大学が開発した、3次元曲面に微細パターンを転写可能な光干渉リソグラフィや、デジタルマイクロミラーを用いたマスクレス・パタニング、インクジェット等を、印刷エレクトロニクス技術分野に展開する研究を実施した。特に、非シリコン系の材料をマイクロ加工し、ナノワイヤを分散したソフト材料を用いたバイオ計測用の表面電荷センサを形成し、これを柔軟に伸縮可能な人工皮膚型のセンサに応用する手法を検討した。また、それに必要な伸縮可能な電気配線、集積回路の製作に必要な基本的な製作技術を開発した。</p>

整理番号	R-3	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度	
研究課題名	(和文) フレキシブル神経プローブ					
	(英文) Flexible Neural Probes					
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 竹内昌治・東京大学生産技術研究所・准教授					
	(英文) Shoji TAKEUCHI, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Associate Professor					
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro mechatronic Systems, CNRS, Director Oliver PAUL, Institute for Micro System Technique, Freiburg University, Professor					
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流					
	派遣先		日本	フランス	ドイツ	計
	派遣元		<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本 <人/人日>	実施計画		0/0	5/23	5/23
		実績		0/0	1/6	1/6
	フランス <人/人日>	実施計画	(2/730)		0/0	(2/730)
		実績	0/0		0/0	0/0
	ドイツ <人/人日>	実施計画	(2/120)	0/0		(2/120)
		実績	(2/265)	0/0		(2/265)
	合計 <人/人日>	実施計画	(4/850)	0/0	5/23	5/23
		実績	(2/265)	0/0	1/6	1/6
	② 国内での交流		0/0	人/人日		
	日本側参加者数					
	12名	(13-1 日本側参加研究者リストを参照)				
(フランス) 側参加者数						
2名	(13-2 相手国(フランス)側参加研究者リストを参照)					
(ドイツ) 側参加者数						
8名	(13-3 相手国(ドイツ)側参加研究者リストを参照)					

<p>24年度の研究 交流活動</p>	<p>共同研究R-3では、おもにドイツ・フライブルグ大学が所有する集積回路技術と、東京大学のバイオ計測技術とフレキシブル加工技術応用して、神経細胞に直接接触できる柔軟な神経電位計測用マイクロプローブを共同で開発した。</p> <p>従来の集積回路型神経プローブは、シリコン基板の表面に接触電極や集積回路型アンプを製作した後に基板を研磨して50ミクロン程度に薄膜化し、シリコン高アスペクト比マイクロ加工技術を用いて針状のプローブを製作する手法が主流であった。しかしながらこの手法では、柔軟な神経軸索に巻き付くように触れたり、また、繊細な脳細胞を破壊せずに計測する用途には機械的剛性が高すぎるために不向きであった。そこで平成24年度の共同研究R-3では、東京大学がもつフレキシブル材料加工技術によって神経プローブを製作し、そこから取り出す神経電位をフライブルグ大学の計測チップで処理するための技術の融合手法を検討した</p> <p>なお、この研究はCNRSが中心となって獲得したEU-FP7プロジェクトEUJO-LIMMSの一環として、ドイツからの研究者をLIMMSに受け入れて実施することから、日本、フランス、ドイツの共同研究として位置づけられる。</p>
<p>24年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>フレキシブル・プリント基板上に、金属系のマイクロマシニング加工を施して空間分解が高いプローブアレイを配置し、生体試料に接触させて電位を計測するあらたな神経プローブアレイの構成法を検討した。また、神経プローブアレイに必要な信号チャージアンプの基本設計と、より少ない本数の電線で多くのプローブ電位を計測するためのマルチプレクサ回路などの基本設計を考案した。</p>

整理番号	R-4	研究開始年度	平成24年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) 高密度集積化細胞培養システム (英文) High Density Microhabitat Systems for Cells				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 藤井輝夫・東京大学生産技術研究所・教授 (英文) Teruo FUJII, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Dominique COLLARD, Laboratory for Integrated Micro mechatronic Systems, CNRS, Director Tommi SUNI, Microelectronics and Nanotechnology Center (MICRONOVA), VTT Technical Research Center of Finland, Professor				
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流				
	派遣先	日本	フランス	フィンランド	計
	派遣元	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本 <人/人日>	実施計画	0/0	5/23	5/23
		実績	0/0	4/14	4/14
	フランス <人/人日>	実施計画	(2/730)	0/0	(2/730)
		実績	0/0	0/0	0/0
	フィンランド <人/人日>	実施計画	(4/120)	0/0	(4/120)
		実績	(9/509)	0/0	(9/509)
	合計 <人/人日>	実施計画	(6/850)	5/23	5/23
		実績	(9/509)	4/14	4/14
	② 国内での交流 0/0 人/人日				
日本側参加者数					
13名	(13-1 日本側参加研究者リストを参照)				
(フランス) 側参加者数					
2名	(13-2 相手国(フランス)側参加研究者リストを参照)				
(フィンランド) 側参加者数					
11名	(13-3 相手国(フィンランド)側参加研究者リストを参照)				

<p>24年度の研究 交流活動</p>	<p>共同研究R-4では、おもにフィンランドVTT研究所がもつ細胞への化学・電気的ストレス試験技術と東京大学のバイオ応用マイクロ流体技術を融合して、さまざまな条件下での細胞の反応を計測するμTASを共同で開発した。</p> <p>細胞内外の化学反応現象を理解するために、マイクロ流体チャンネル内で細胞を培養して、そこに劇毒物や薬剤、栄養分等の化学的刺激を系統立てて与えたり、また、電流・電圧や磁場、超音波などの物理的刺激を与える新たな原理に基づくμTAS (micro total analysis system) を共同で開発した。また、細胞計測に必要なセンサとして、グラフェンを機能材料に用いたセンサの製作技術や、μTASそのものを印刷技術で製作する手法を検討した。</p> <p>なお、この研究はCNRSが中心となって獲得したEU-FP7プロジェクトEUJO-LIMMSの一環として、フィンランドからの研究者をLIMMSに受け入れて実施することから、日本、フランス、フィンランドの共同研究として位置づけられる。</p>
<p>24年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>マイクロ流体チャンネルとマイクロチャンバを融合し、入力した薬剤に対する反応を系統立てて観察可能な細胞培養チャンバを試作し、原理検証実験を行った。また、化学的刺激以外にも、電圧・電流や磁場、超音波等の物理的刺激を与えるためのトランスデューサを集積化するための基本的な設計・製作技術を確立した。</p> <p>また、当初計画に加えて、フィンランドVTT研究所が有するロール・ツー・ロール印刷技術を東大にも導入し、従来の小面積フォトリソグラフィでは対応できない数十cm幅の基板に対してマイクロパタニングを行う方法を共同開発した。特に、この技術は大面積MEMSのテラヘルツ光応用フィルタの基盤技術として、次年度以降にも活用する。</p>

8-2 セミナー

—実施したセミナーごとに作成してください。—

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第10回NAMISワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The 10 th Workshop of the International Research Network on Nano and Micro Systems (NAMIS)”
開催期間	平成24年5月28日 ~ 平成24年5月30日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 宮城県仙台市 東北大学
	(英文) Tohoku University, Sendai, Miyagi
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 羽根一博・東北大学大学院工学研究科・教授
	(英文) Kazuhiro HANE, School of Engineering, Tohoku University, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文)

参加者数

S-1

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)		
	A.	B.	C.
日本 12 / 38	A.	5 /	17
	B.	0 /	0
	C.	7 /	21
フランス 11 / 33	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	11 /	33
スイス 1 / 3	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	1 /	3
ドイツ 2 / 6	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	2 /	6
フィンランド 2 / 6	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	2 /	6
合計 28 / 86	A.	5 /	17
	B.	0 /	0
	C.	23 /	69

備考：「参加研究者リスト」に記入されていない一般参加者数 7人

A.セミナー経費から旅費を負担

B.共同研究・研究者交流から旅費を負担

C.本事業経費から旅費を負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー開催の目的	本研究拠点形成事業の運営主体である東京大学生産技術研究所は、マイクロ・ナノ技術に関する国際研究ネットワークNAMIS (Micro Nano Systems) に参加している。また、この研究ネットワークに参加しているEU四カ国（フランス、スイス、ドイツ、フィンランド）の研究機関は本拠点形成事業の相手先研究機関あり、開催地の東北大学はNAMIS国内連携先でもある。研究拠点形成事業第1年目の平成24年度には、本事業全体の共同研究計画と研究者交流に関する打合せを実施する。			
セミナーの成果	今回のワークショップにおいては、マイクロ・ナノ技術の安心・安全・Better Life への応用をテーマに各国研究期間からのセミナー講演を行い、討論を深めることで、特に東日本大震災以降に国・研究期間を超えて横断的に取り組むべき技術課題が明確に認知されるとともに、本拠点形成事業、および、そのマッチングファンド事業であるEU-FP7の枠組みで実施する研究計画のより詳細な研究計画が設計された。			
セミナーの運営組織	主催：本研究拠点形成事業（東京大学生産技術研究所） 共催：東北大学 共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)			
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	国内旅費 謝金	金額 275,450 円 149,100 円
	(フランス) 側	内容	外国旅費	金額 6,391,000 円
	(スイス) 側	内容	外国旅費	金額 581,000 円
	(ドイツ) 側	内容	外国旅費	金額 1,162,000 円
	(フィンランド) 側	内容	外国旅費	金額 1,162,000 円

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第6回NAMIS国際スクール」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The 6 th NAMIS International School”
開催期間	平成24年9月10日 ~ 平成24年9月14日 (5日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 東京都 目黒区駒場 東京大学生産技術研究所
	(英文) Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Meguro, Komaba, Tokyo
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 川勝英樹・東京大学生産技術研究所・教授
	(英文) Hideki KAWAKATSU, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文)

参加者数

S-2

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)		
日本 42 / 210	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	42 /	210
フランス 11 / 55	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	11 /	55
スイス 5 / 25	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	5 /	25
ドイツ 4 / 20	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	4 /	20
フィンランド 5 / 25	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	5 /	25
合計 67 / 335	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	67 /	335

備考：「参加研究者リスト」に記入されていない一般参加者数 27人

A.セミナー経費から旅費を負担

B.共同研究・研究者交流から旅費を負担

C.本事業経費から旅費を負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー開催の目的	本研究拠点形成事業の運営主体である東京大学生産技術研究所は、マイクロ・ナノ技術に関する国際研究ネットワークNAMIS (Micro Nano Systems) に参加している。本国際スクールでは、NAMISネットワークの各国研究機関から博士課程大学院生・ポストドククラスの若手研究者を東大に集め(各国予算・EUマッチングファンド等)、5日間かけてMEMS/NEMSの基礎と応用をセミナーと体験実習形式で講義する。				
セミナーの成果	体験学習では、各国の若手研究者を国籍によらず混成したプロジェクト形式の班を形成し、バイオ実習やセンサ・アクチュエータサーボ機構実習などを行った。これにより、日本から参加した若手研究者の国際的な研究リーダーシップ能力と協調性が育成された。また、次世代のMEMS/NEMS研究を担う国内外の若手研究者の知識・知見が深まるとともに、当該分野における我が国の研究者が国際的に指導力を発揮し、プレゼンスを高めるための研究者ネットワークが形成された。				
セミナーの運営組織	主催：本研究拠点形成事業（東京大学生産技術研究所） 共催：フランス国立科学研究センター 共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820)				
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	備品・消耗品	金額	109,670円
			その他経費		544,950円
	(フランス)側	内容	外国旅費	金額	3,480,000円
	(スイス)側	内容	外国旅費	金額	2,175,000円
	(ドイツ)側	内容	外国旅費	金額	1,740,000円
	(フィンランド)側	内容	外国旅費	金額	2,175,000円

整理番号	S-3
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「EUJO-LIMMS 総会」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “EUJO-LIMMS InfoDay and General Assembly”
開催期間	平成24年12月12日 ~ 平成24年12月13日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) スイス・スイス連邦工科大学ローザンヌ校
	(英文) Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL)
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 藤井輝夫・東京大学生産技術研究所・教授
	(英文) Teruo FUJII, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文) Juergen BRUGGER, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne(EPFL), Professor

参加者数

S-3

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (スイス)		
	A.	B.	C.
日本 17 / 55	A.	7 /	35
	B.	6 /	12
	C.	4 /	8
フランス 2 / 4	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	2 /	4
スイス 4 / 8	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	4 /	8
ドイツ 1 / 2	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	1 /	2
フィンランド 2 / 4	A.	0 /	0
	B.	0 /	0
	C.	2 /	4
合計 26 / 73	A.	7 /	35
	B.	6 /	12
	C.	13 /	26

備考：「参加研究者リスト」に記入されていない一般参加者数 67人

A.セミナー経費から旅費を負担

B.共同研究・研究者交流から旅費を負担

C.本事業経費から旅費を負担しない（参加研究者リストに記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー開催の目的	日仏国際共同研究運営組織LIMMSは、本研究拠点形成事業の運営主体である東京大学生産技術研究所マイクロナノメカトロニクス国際研究センターの国際共同研究のうち、もっとも活動実績が大きく、歴史のあるサブ組織であり、今回の事業のEU-FP7マッチングファンド獲得に大きく貢献している。LIMMSでは年1回の研究成果報告会と、2年・4年毎の中間・期末評価を実施しており、平成24年度の今回は、本事業の一環として実施した研究の成果をEU圏内の研究者を対象として報告するとともに、次年度に向けた国際共同研究計画を立案する。		
セミナーの成果	CNRSが中心となって獲得した本研究グループのEU-FP7予算に対して、日本側がマッチングファンドとして本研究拠点形成事業を支援することで、国際共同研究がさらに加速されていることをアピールした。今回のワークショップでは、EUJO-LIMMS内でCNRSに続いて参加人数規模が2番目のスイス・EPFLに開催場所を借りて、これまでの日欧共同研究成果のビジビリティを高め、日本に赴任を希望する研究者の理解を助けるとともに、各国研究機関研究者・EU-FP7プログラム・マネージャに対して共同研究成果を説明することで、これからの継続的な支援を得るべく周知活動を行った。		
セミナーの運営組織	主催：本研究拠点形成事業（東京大学生産技術研究所） 共催：フランス国立科学研究センター（CNRS） 共催：LIMMS/CNRS-IIS (UMI-2820) 共催：スイス・スイス連邦工科大学ローザンヌ校		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	R-2 旅費として 金額 2,869,102 円 S-3 用の外国旅費として 金額 2,402,387 円
	(フランス) 側	内容	外国旅費 金額 192,000 円
	(スイス) 側	内容	その他 金額 1,000,000 円
	(ドイツ) 側	内容	外国旅費 金額 64,000 円
	(フィンランド) 側	内容	外国旅費 金額 254,000 円

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

平成24年度の交流活動は、すべて共同研究・セミナーに組み込んだため、それ以外の交流報告数はない。

9. 平成24年度研究交流実績総人数・人日数

9-1 相手国との交流実績

派遣先		日本	フランス	スイス	ドイツ	フィンランド	合計
派遣元		<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
日本 <人/人日>	実施計画		10/33 (5/10)	3/34	5/23	5/23	23/113 (5/10)
	実績		14/83 (4/30)	13/82 (4/8)	1/6	4/14	32/185 (8/38)
フランス <人/人日>	実施計画	(24/5824)		0/0	0/0	0/0	(24/5824)
	実績	(18/1132)		(2/6)	0/0	0/0	(20/1138)
スイス <人/人日>	実施計画	(6/136)	(7/14)		0/0	0/0	(13/150)
	実績	(2/151)	0/0		0/0	0/0	(2/151)
ドイツ <人/人日>	実施計画	(6/136)	(2/4)	0/0		0/0	(8/140)
	実績	(2/265)	0/0	(1/2)		0/0	(3/267)
フィンランド <人/人日>	実施計画	(12/152)	(4/8)	0/0	0/0		(16/160)
	実績	(9/509)	0/0	(2/4)	(0/0)		(11/513)
合計 <人/人日>	実施計画	(48/6298)	(18/36)	3/34	5/23	5/23	23/113 (66/6334)
	実績	(31/2057)	(4/30)	(9/20)	1/6	4/14	32/185 (44/2107)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。（なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。）

※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。（合計欄は（ ）をのぞいた人数・人日数としてください。）

9-2 国内での交流実績

実施計画	実 績
7/21 <人/人日>	5/17 <人/人日>

10. 平成24年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	275,450	
	外国旅費	11,834,656	
	謝金	149,100	
	備品・消耗品購入費	2,649,197	
	その他経費	583,369	
	外国旅費・謝金等に 係る消費税	508,228	
	計	16,000,000	
委託手数料		0	
合 計		16,000,000	

11. 四半期毎の経費使用額及び交流実績

	経費使用額 (円)	交流人数<人/人日>
第1四半期	664,956	6/22
第2四半期	1,303,211	5/39
第3四半期	3,852,272	14/88
第4四半期	10,179,561	12/53
計	16,000,000	37/202

12. 平成24年度相手国マッチングファンド使用額（A型のみ）

相手国名	平成24年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
フランス	200,000 [ユーロ]	25,600,000 円相当
ドイツ	100,000 [ユーロ]	12,800,000 円相当
スイス	100,000 [ユーロ]	12,800,000 円相当
フィンランド	100,000 [ユーロ]	12,800,000 円相当

※交流実施期間中に、相手国が本事業のために使用したマッチングファンドの金額について、現地通貨での金額、及び日本円換算額を記入してください。